

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-208355
(43)Date of publication of application : 28.07.2000

(51)Int. Cl. H01F 41/24
G11B 5/127
G11B 5/31

(21)Application number : 11-008452 (71)Applicant : READ RITE SMI KK
(22)Date of filing : 14.01.1999 (72)Inventor : SUZUKI KOICHI
MATONO NAOTO
MIYAZAKI TOMIHITO

(54) MANUFACTURE OF SOFT MAGNETIC ALLOY PLATED THIN FILM AND THE FILM AND THIN-FILM MAGNETIC HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a soft magnetic alloy plated thin film with high saturated magnetic flux density, superior soft magnetic characteristics, high specific resistance, and superior write and read characteristics.

SOLUTION: Each dihydric ion of Co, Ni, and Fe is supplied to plating liquid by salt containing each dihydric ions of Co, Ni, and Fe, and at least one kind from among molybdic acid ion, tungstic acid ion, and vanadic acid ion, and chrome (III) ion is doped to the plating liquid. In this case, by having electric plating conducted in the plating liquid in which the ion concentration of the dopant ion is 1×10^{-5} mol/l or higher and 2×10^{-4} mol/l or lower so that a soft magnetic alloy plated thin film can be formed.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(10)日本国特許庁(JP) (12)公開特許公報(A) (11)特許出願公開番号
特開2000-208355
(P2000-208355A)
(43)公開日 平成12年7月28日(2000.7.28)

(51)Int.Cl.	識別記号	FI	キーワード(参考)
H01F 41/24		H01F 41/24	5D088
G11B 5/127		C11B 5/127	D 5D093
5/81		5/31	C 5E049

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平11-8452	(71)出願人	892034355 リードライト・エスエムアイ株式会社 大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号
(22)出願日	平成11年1月14日(1999.1.14)	(72)発明者	鈴木 功一 兵庫県尼崎市扶桑町1番8号 住友金属工業株式会社エレクトロニクス技術研究所内
		(72)発明者	的野 直人 大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号 リードライト・エスエムアイ株式会社内
		(74)代理人	100100480 弁理士 藤田 隆

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 軟磁性合金めっき薄膜の製造方法、軟磁性合金めっき薄膜、並びに、薄膜磁気ヘッド

(57)【要約】

【課題】 飽和磁束密度が高く、軟磁気特性に優れ、かつ高比抵抗を有する、書き込み及び読み取り特性に優れた軟磁性合金めっき薄膜を得る。

【解決手段】 Co、Ni及びFeの各2価イオンを含む有する塩によってCo、Ni及びFeの各2価イオンをめっき液中に供給するとともに、このめっき液中に、モリブデン酸イオン、タングステン酸イオン、バナジン酸イオン及びクロム(III)イオンのうち少なくとも1種を添加し、この添加イオンのイオン濃度が $1\times 10^{-5}\text{mol/l}$ 以上 $2\times 10^{-4}\text{mol/l}$ 以下であるめっき液中で電気めっきを行うことにより軟磁性合金めっき薄膜を成膜する。

(2) 000-208355 (P2000-208355A)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Co、Ni及びFeの各2価イオンを含む塩によってCo、Ni及びFeの各2価イオンをめっき液中に供給するとともに、このめっき液中に、モリブデン酸イオン、タングステン酸イオン、バナジン酸イオン及びクロム(III)イオンのうち少なくとも1種を添加し、この添加イオンのイオン濃度が $1 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ 以上 $2 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ 以下であるめっき液中で電気めっきを行うことにより軟磁性合金めっき薄膜を成膜することを特徴とする軟磁性合金めっき薄膜の製造方法。

【請求項2】 Co、Ni、Feの各2価イオンをめっき液中に供給するための塩が、硫酸塩及び/又は塩酸塩であることを特徴とする請求項1に記載の軟磁性合金めっき薄膜の製造方法。

【請求項3】 添加イオンを2種以上添加することを特徴とする請求項1又は2に記載の軟磁性合金めっき薄膜の製造方法。

【請求項4】 めっき液中のCoイオン濃度が 0.05 mol/l 以上 0.1 mol/l 以下、Niイオン濃度が 0.2 mol/l 以上 0.3 mol/l 以下、Feイオン濃度が 0.01 mol/l 以上 0.3 mol/l 以下であることを特徴とする請求項1、2又は3に記載の軟磁性合金めっき薄膜の製造方法。

【請求項5】 電気めっき時の電流密度が 6.0 mA/cm^2 以下であることを特徴とする請求項4に記載の軟磁性合金めっき薄膜の製造方法。

【請求項6】 めっき液のpHが2以上4以下であることを特徴とする請求項4又は5に記載の軟磁性合金めっき薄膜の製造方法。

【請求項7】 電気めっき時に50 Gauss以上の磁場を印加することを特徴とする請求項4、5又は6に記載の軟磁性合金めっき薄膜の製造方法。

【請求項8】 Co、Ni及びFeの各2価イオンを含む硫酸塩及び/又は塩酸塩によってCo、Ni及びFeの各2価イオンをめっき液中に供給するとともに、このめっき液中に、モリブデン酸イオン、タングステン酸イオン、バナジン酸イオン及びクロム(III)イオンのうち少なくとも2種を添加し、この添加イオンのイオン濃度が $1 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ 以上 $2 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ 以下であり、Coイオン濃度が 0.05 mol/l 以上 0.1 mol/l 以下、Niイオン濃度が 0.2 mol/l 以上 0.3 mol/l 以下、Feイオン濃度が 0.01 mol/l 以上 0.3 mol/l 以下であり、このめっき液のpHを2以上4以下に調整し、該めっき液中で所定の磁場強度の磁場を印加しつつ電気めっきを行うことにより高飽和磁束密度かつ高比抵抗を有する軟磁性合金めっき薄膜を成膜することを特徴とする軟磁性合金めっき薄膜の製造方法。

【請求項9】 請求項1乃至8のいずれかに記載の軟磁性合金めっき薄膜の製造方法により製造された軟磁性合

金めっき薄膜であって、Co、Ni、Feを主成分とし、かつ添加元素としてMo、W、V、Crのいずれか1種以上を1原子%以上5原子%以下含有することを特徴とする軟磁性合金めっき薄膜。

【請求項10】 めっき膜中のCo含有量が50原子%以上90原子%以下、Fe含有量が5原子%以上10原子%以下であることを特徴とする請求項9に記載の軟磁性合金めっき薄膜。

【請求項11】 めっき膜の比抵抗が $30 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以上であり、飽和磁束密度が1.5 T以上であり、磁歪定数が 3×10^{-6} 以下であることを特徴とする請求項9又は10に記載の軟磁性合金めっき薄膜。

【請求項12】 記録ギャップ層を介して上下に積層形成された上下磁極層の先端部間に磁界を発生させて磁気記録媒体への磁気記録を行うインダクティブヘッドを有する薄膜磁気ヘッドであって、上下磁極層の一方又は双方が、請求項9、10又は11に記載の軟磁性合金めっき薄膜により構成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高密度の磁気記録に適した薄膜磁気ヘッドの磁極として主に用いられるめっき薄膜であって、飽和磁束密度が高く、比抵抗が高く、保磁力が低く、かつ磁歪定数が低い軟磁性合金めっき薄膜およびその製造方法、並びに、かかる軟磁性合金めっき薄膜をインダクティブヘッドの磁極層として用いた薄膜磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、めっき薄膜は、装飾、防食用に限らず、機能性薄膜として電子部品等に幅広く使用されている。例えば、コンピュータ用外部記憶装置であるハードディスクドライブの薄膜磁気ヘッドには、インダクティブヘッドの磁極層を構成する磁性体として、めっき法により製造されたパーマロイ合金薄膜が用いられている。

【0003】パーマロイはめっき薄膜に用いられる典型的な軟磁性合金材料であり、特に $\text{Ni}_{88}\text{at}\%\text{Fe}_{12}\text{at}\%$ からなるパーマロイ合金は0または負の磁歪定数を有する点が特色である。

【0004】ハードディスクドライブについては年々大容量化および小型化に対する要求が強くなってきており、それに伴って記録の高密度化が進み、ヘッドの磁性体として高い飽和磁束密度を有する材料が要求されてきている。

【0005】しかし、パーマロイ膜でより高い飽和磁束密度を得るためにFe含有量を増加させると、磁歪定数が増加するために磁区構造が不安定となる。したがって、パーマロイ膜では、薄膜磁気ヘッドの磁極層に用いる場合における高飽和磁束密度化に限界がある。

I(3) 000-208355 (P2000-208355A)

【0006】図1は、Co-Ni-Fe 3元系合金での飽和磁束密度の分布を示す図である。この図に示された中でAに示す領域は飽和磁束密度も高く、かつ磁歪定数も小さいため、薄膜磁気ヘッドの磁性体材料として有望であることが予想される。米国特許第4,661,216号においても、磁歪定数が0で、飽和磁束密度の高いCo-Ni-Fe 3元系合金めっき薄膜について記載されている。

【0007】しかしながら前述した従来のCo-Ni-Fe 3元系合金めっき薄膜の組成領域では実効比抵抗の値が約 $10\mu\Omega\cdot\text{cm}$ と低いために、高周波領域での書き込み特性が不安定となる。

【0008】この高周波領域での書き込み特性を改善することを目的として、めっき薄膜の高比抵抗化の試みがなされている。日本応用磁気学会学術講演会要集p207(1998)において、従来材料である $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ にMoを添加することによる高比抵抗化について検討がなされている。上記文献によれば、Moを約3at%添加した $\text{Mo}_{9}\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{17}$ 膜において、0磁歪かつ約 $47\mu\Omega\cdot\text{cm}$ の高比抵抗を有する軟磁性めっき薄膜が得られる。しかしながら、飽和磁束密度が約1.0Tと低いという問題がある。

【0009】また、高い飽和磁束密度を得ることを目的として、 $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ に比べ高い飽和磁束密度を有する $\text{Ni}_{45}\text{Fe}_{55}$ を利用した高比抵抗めっき薄膜についても検討されている。特開平9-63016では $\text{Ni}_{45}\text{Fe}_{55}$ に添加元素を1~3at%導入することにより、飽和磁束密度1.5~1.6T、比抵抗50~60 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ が実現されている。しかしながら、これらの軟磁性めっき薄膜は磁歪が $+5\times 10^{-6}$ 程度と大きい点が問題となる。

【0010】以上の点から、生産性に優れるめっき法を利用した高比抵抗、高飽和磁束密度、0磁歪を有する軟磁性合金薄膜およびその製造方法は未だ開発されていないのが現状である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、高密度磁気記録に適した薄膜磁気ヘッドの磁性体として主に用いられるめっき法により製造された磁性合金薄膜であり、飽和磁束密度が高く、軟磁性特性に優れ、かつ高比抵抗を有する、書き込みおよび読み取り性能に優れためっき薄膜およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記のように、Co-Ni-Fe 3元系合金めっき薄膜では、飽和磁束密度が高いものの比抵抗が小さい。そこで飽和磁束密度が高く、かつ高比抵抗を有するめっき薄膜を得るために、本発明者は、Co-Ni-Fe 3元系合金めっきの際のめっき浴に添加剤を加えることによりめっき膜中にMo, Cr, W, Vを含有させることを検討し、種々の実験等を行

った結果本発明を完成した。

【0013】即ち、本発明の軟磁性合金めっき薄膜の製造方法は、Co, Ni及びFeの各2価イオンを含有する塩によってCo, Ni及びFeの各2価イオンをめっき液中に供給するとともに、このめっき液中に、モリブデン酸イオン、タングステン酸イオン、バナジウム酸イオン及びクロム(III)イオンのうち少なくとも1種を添加し、この添加イオンのイオン濃度が $1\times 10^{-6}\text{mol/l}$ 以上 $2\times 10^{-4}\text{mol/l}$ 以下であるめっき液中で電気めっきを行うことにより軟磁性合金めっき薄膜を成膜することを特徴とするものである。かかる製造方法によって、Co, Ni, Feを主成分とし、かつ添加元素としてMo, W, V, Crのいずれか1種以上を1原子%以上5原子%以下含有する軟磁性合金めっき薄膜を成膜する。

【0014】高密度記録に対応できる薄膜磁気ヘッドの磁性体材料に必要な特性として高周波応答性がある。薄膜磁気ヘッドの磁化応答の周波数が増加するにつれて、つまり薄膜磁気ヘッド磁性体の単位時間当たりの磁化変化が増加するにつれて、磁性体内部に流れる渦電流が増大する。この渦電流はレンツの法則に従って磁束変化を妨げるような磁束を生じる。その結果、信号が高周波となるにつれて磁化変化が抑制される。ここで磁性体内部に流れる渦電流は、磁性体の比抵抗に反比例する。したがって、良好な高周波特性を得るためには高比抵抗であることが要求される。

【0015】そこで、めっき膜中に不純物を混入することにより磁性体の比抵抗を増加させると、渦電流による磁化変化の減少が抑制され、高周波応答性が改善される。本発明において、Co-Ni-Fe 3元系合金めっき膜中にMo, Cr, W, Vを含有させるのは比抵抗の増加を利用するためである。

【0016】また、近年のハードディスク装置の高記録密度化により、高保磁力の磁性体を用いた磁気媒体が用いられているため、薄膜磁気ヘッドの磁極層を構成する磁性体には、高い飽和磁束密度を有することが要求されている。本発明者の実験により、上記添加元素の組成比が大きすぎると、飽和磁束密度が小さくなり、高密度ハードディスク用磁気ヘッドの磁性体としての特性を得ることができないことが明らかとなった。本発明において、添加イオンの濃度を一定範囲に限定したのはかかる理由によるものである。

【0017】記録ギャップ層を介して上下に覆層形成された上下磁極層の先端部間に磁界を発生させて磁気記録媒体への磁気記録を行うインダクティブヘッドを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、上下磁極層の一方又は双方を上記した軟磁性合金めっき薄膜の製造方法により成膜したものであれば、該磁極層が高比抵抗であるから高周波特性に優れるとともに、高飽和磁束密度でかつ低磁歪であるから、非常に良好な再生・記録特性を有し、より一層の

(4) 000-208355 (P2000-208355A)

高速・高密度磁気記録に耐えるものである。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について説明する。本発明の製造方法で用いるめっき液は、Fe、CoおよびNiの各2価イオンを、硫酸塩及び／又は塩酸塩によって供給し得る。また、めっき液中にモリブデン酸イオン、タングステン酸イオン、バナジウム酸イオン、クロム(III)イオンのいずれか1種以上、好ましくは2種以上を含有する。めっき液中のCo、Ni、Feの含有量はめっき条件に応じて調整する。

【0019】より磁歪定数が小さい膜を得るためには、膜中のFeの組成比は低い方がよい(即ち、めっき液中のFeイオンの濃度は低い方がよい)。めっき液中のCo、Fe、Niの各イオン濃度が $\text{Co}^{2+} 0.05 \text{ mol/l}$ 以上 0.1 mol/l 以下、 $\text{Ni}^{2+} 0.2 \text{ mol/l}$ 以上 0.3 mol/l 以下、 $\text{Fe}^{2+} 0.01 \text{ mol/l}$ 以上 0.3 mol/l 以下であることが望ましい。

【0020】より高い比抵抗を得るためにはめっき膜中のMo、Cr、W、Vの組成比(原子%)は高い方が望ましい。またより高い飽和磁束密度を得るためにはMo、Cr、W、Vの組成比(原子%)は低い方が望ましい。かかる要因により、めっき膜中のMo、Cr、W、Vの望ましい組成比は、1～5原子%である。

【0021】めっき液中のモリブデン酸イオン、タングステン酸イオン、バナジウム酸イオン、クロム(III)イオンの濃度はめっき条件に応じて調整するが、より高い比抵抗を得るためにはめっき液中のモリブデン酸イオン、タングステン酸イオン、バナジウム酸イオン、クロム(III)イオンの濃度は高い方が望ましい。またより高い飽和磁束密度を得るためには、めっき液中のモリブデン酸イオン、タングステン酸イオン、バナジウム酸イオン、クロム(III)イオンの濃度は低い方が望ましい。ゆえに高飽和磁束密度かつ高比抵抗を有する軟磁性合金めっき薄膜を得るためには、めっき液中のモリブデン酸イオン、タングステン酸イオン、バナジウム酸イオン、クロム(III)イオンの総添加イオン濃度は $1 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ 以上 $2 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ 以下の範囲内が望ましい。

【0022】まためっき膜を安定して得るために腐食緩和剤、界面活性剤、pH緩衝剤を通常添加するが、その濃度は適宜調節する。平滑なめっき膜を安定して得るためにはめっき液のpHは、2以上4以下であることが望ましい。4を超えると Fe^{2+} の酸化がおこる。また2未満では被めっき物表面で水素が発生し、めっき膜厚の制御が困難になるとともに、表面の荒れためっき膜となる。

【0023】より高い飽和磁束密度を得るためにはめっき膜磁性体中のCo含有量は50%以上、Fe含有量は5%以上であることが望ましい。また、優れた軟磁性特

性を得るためには、Co含有量90%以下、Fe含有量は20%以下であることが望ましい。また磁歪定数を0近傍の値とするためには、膜中Fe量は10%以下であることが望ましい。

【0024】優れた軟磁性特性を得るためには、めっき成膜中に磁場を印加する、より望ましくは50 Gauss以上の磁場を印加するのが望ましい。また滑らかな表面を得るためには、めっき時の電流密度は 6.0 mA/cm^2 以下であることが望ましい。

【0025】

【実施例】図2に示す形状のバドル撹拌型めっき浴を用いて、本発明による軟磁性合金めっき薄膜の製造試験を行った。該めっき浴は、アクリル樹脂製のめっき槽1内にめっき液5が供給されてなるものである。

【0026】めっき槽1内には、被めっき材であるウェハを設置したカソード2が下部に、アノード3が上部に配置されている。バドル4はめっき槽1内を往復運動する。磁場はバドル運動と垂直方向に印加し、その磁場強度は500 Gaussである。めっき液5はめっき槽1内およびその流路で温度、pH、濃度が管理されており、ポンプにより供給され、オーバーフローした液が回収されて再びめっきタンクに戻る。流量は流量調整バルブで調整される。

【0027】ウェハはガラス基板もしくはアルミナと炭化チタンの焼結体を用い、使用に際してスパッタ法により下地膜としてパーマロイ合金膜(厚さ1000 Å)を形成させた。

【0028】めっき液5は、硫酸コバルト七水和物を 0.04 mol/l 、塩化コバルト六水和物を 0.04 mol/l 、硫酸ニッケル六水和物を 0.115 mol/l 、塩化ニッケル六水和物を 0.115 mol/l 、硫酸鉄七水和物を 0.01 mol/l を含む。さらにpH緩衝剤としてほう酸を 10 mol/l 、めっき薄膜の応力減少のためにサッカリンナトリウムを 1.5 g/l 、めっき膜の界面活性剤としてドデシル硫酸ナトリウム 0.1 g/l 添加した。さらに添加元素としてモリブデン酸ナトリウム、タングステン酸ナトリウム、バナジウム酸アンモニウム、硫酸クロム(III)を加えた。まためっき液のpHは塩酸を用いて3.0に調整した。めっき液の温度は電子恒温装置により $35 \pm 0.1^\circ \text{C}$ に設定した。めっき槽へのめっき液供給流量は毎分4リットルとした。

【0029】図3および図4はモリブデン酸イオンのめっき液中の濃度に対するめっき膜の組成、比抵抗および飽和磁束密度を示している。めっき液中へモリブデン酸イオンを添加していくことにより、めっき膜中のMo原子%は増加し、比抵抗上昇に顕著な効果が認められた。めっき液中へモリブデン酸イオンを添加することにより飽和磁束密度は単調に減少した。またタングステン酸イオン、バナジウム酸イオン、クロム(III)イオンを添加

!(5) 000-208355 (P2000-208355A)

した場合についても、同様の比抵抗増加の効果が認められた。

【0030】また、めっき浴中の Co^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ni^{2+} 濃度を変化させることにより得られた種々の組成のめっき膜における、膜組成と磁歪定数および飽和磁束密度

の関係を表1に示す。なお、同表において、高記録密度対応薄膜磁気ヘッドの磁極層として用いるには不適切な特性を示したデータには下線を付した。

【0031】
【表1】

	膜組成(at%)	比抵抗($\mu\Omega\text{cm}$)	飽和磁束密度(T)	磁歪定数(10^{-4})
比較例1	$\text{Fe}_{17}\text{Ni}_{83}\text{Mo}_2$	47	<u>1.0</u>	-0.3
比較例2	$\text{Fe}_{57}\text{Ni}_{42}\text{Mo}_1$	60	1.5	<u>4.2</u>
比較例3	$\text{Fe}_{25}\text{Co}_{75}\text{Ni}_{12}$	<u>21</u>	2.0	2.0 ~ 7.0
実施例1	$\text{Fe}_{11}\text{Co}_{88}\text{Ni}_{13}\text{Mo}_2$	41	1.5	2.8
実施例2	$\text{Fe}_2\text{Co}_{97}\text{Ni}_{11}\text{Mo}_2$	32	1.7	1.5
比較例4	$\text{Fe}_2\text{Co}_{98}\text{Ni}_{17}\text{Mo}_2$	<u>25</u>	<u>1.2</u>	0.8
比較例5	$\text{Fe}_{12}\text{Co}_{82}\text{Ni}_{14}\text{Mo}_2$	44	1.6	<u>4.9</u>
比較例6	$\text{Fe}_7\text{Co}_{93}\text{Ni}_{14}\text{Mo}_2$	31	<u>1.1</u>	1.1
比較例7	$\text{Fe}_1\text{Co}_{99}\text{Ni}_{12}\text{Mo}_1$	<u>27</u>	<u>1.2</u>	1.5

【0032】この表1から明らかなように、膜中Fe組成比の増加とともに磁歪定数は増加する。また、膜中Fe組成比5at%以上10at%以下で1.5T以上の飽和磁束密度と 3×10^{-6} 以下の低磁歪を併せ持つ軟磁性めっき薄膜が得られた。

【0033】

【発明の効果】本発明のめっき薄膜は、飽和磁束密度が高く、軟磁気特性に優れ、かつ比抵抗が高く、書き込み性能に優れた薄膜磁気ヘッドの磁性体として適している。このめっき薄膜は、本発明の製造方法により製造することができる。さらに付加的な効果として、めっき薄膜中にMo、W、Cr、Vを混入させることにより耐食性が向上する。また、本方法は低電流密度条件でめっきを行うため、膜厚制御性に優れている上、電流密度を変化させることにより膜組成が変化することを利用して磁歪定数を制御することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】Co-Ni-Fe 3元系合金での飽和磁束密度の分布を示す図である。

【図2】実施例で用いたパドル攪拌型めっき浴である。

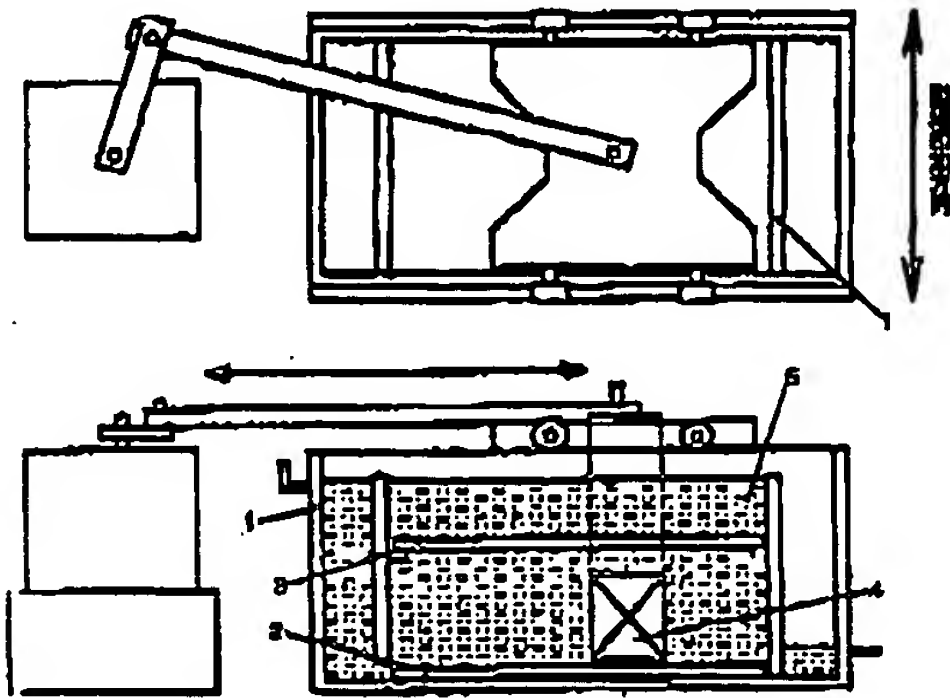
【図3】本発明の実施例により製造された軟磁性めっき薄膜の添加元素含有量と添加イオン濃度の関係をあらわす図である

【図4】本発明の実施例により製造された軟磁性めっき薄膜の添加元素含有量と比抵抗および飽和磁束密度の関係を表す図である。

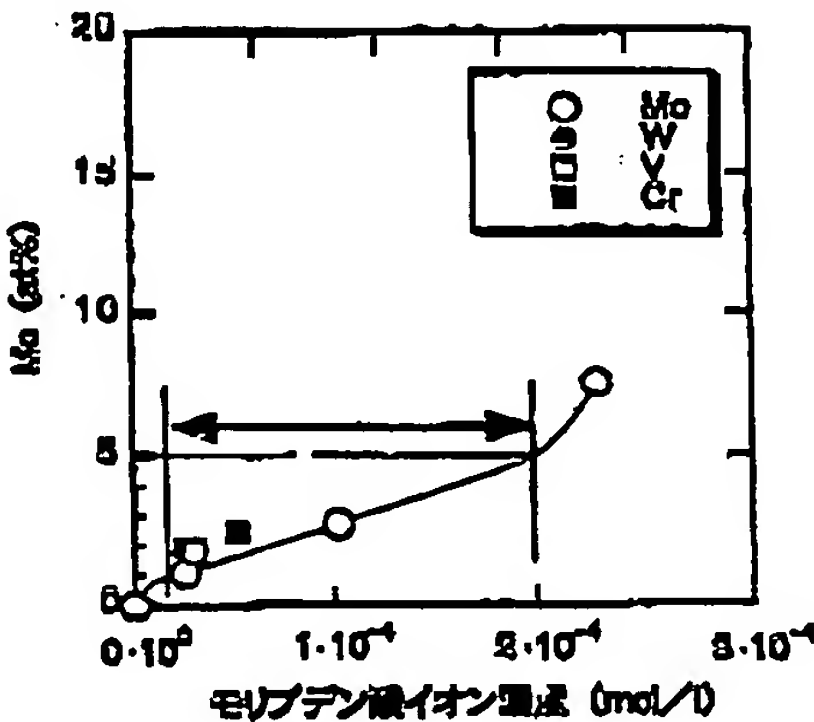
【符号の説明】

- 1 めっき層
- 2 カソード
- 3 アノード
- 4 パドル

【図2】

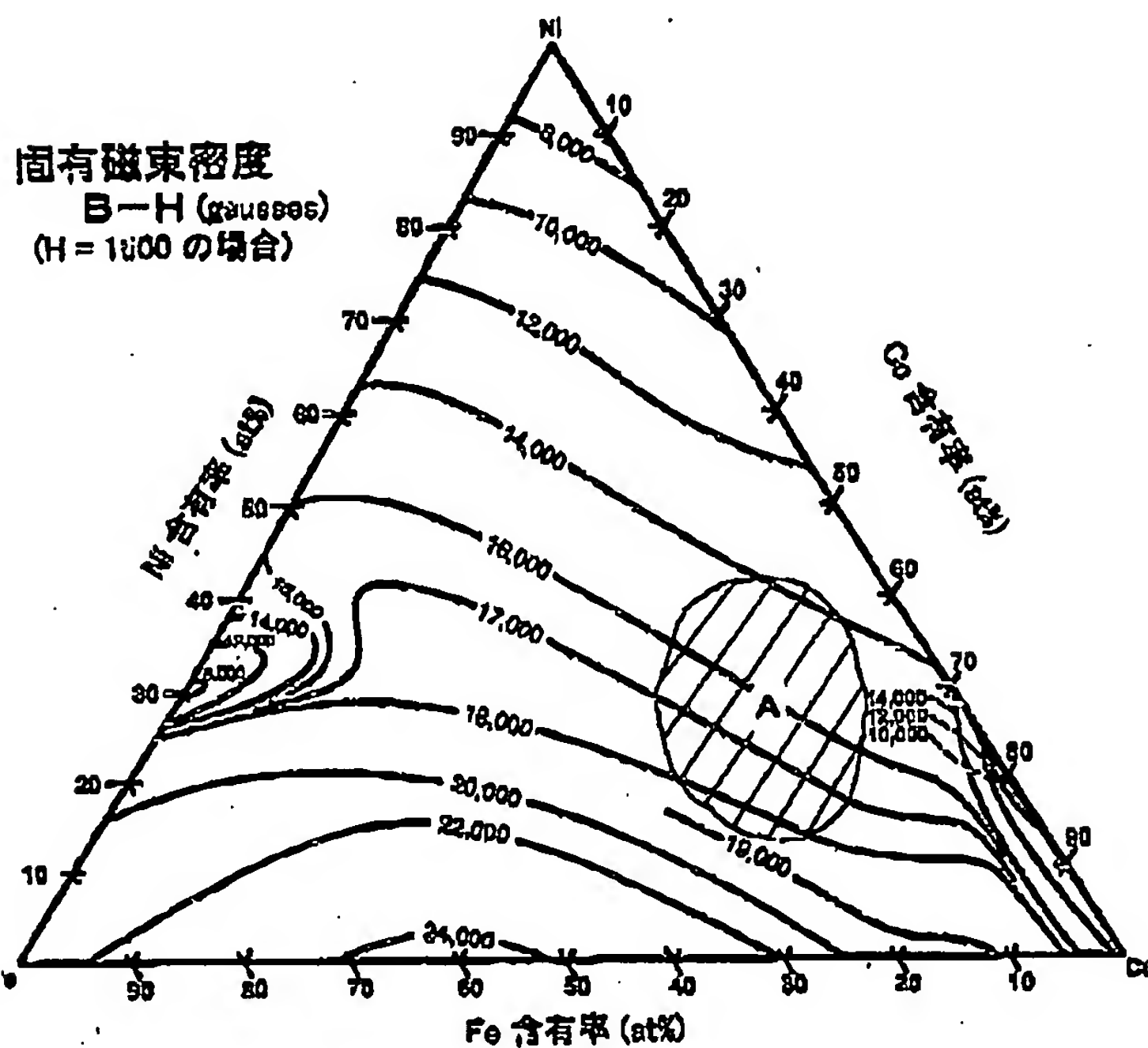


【図3】

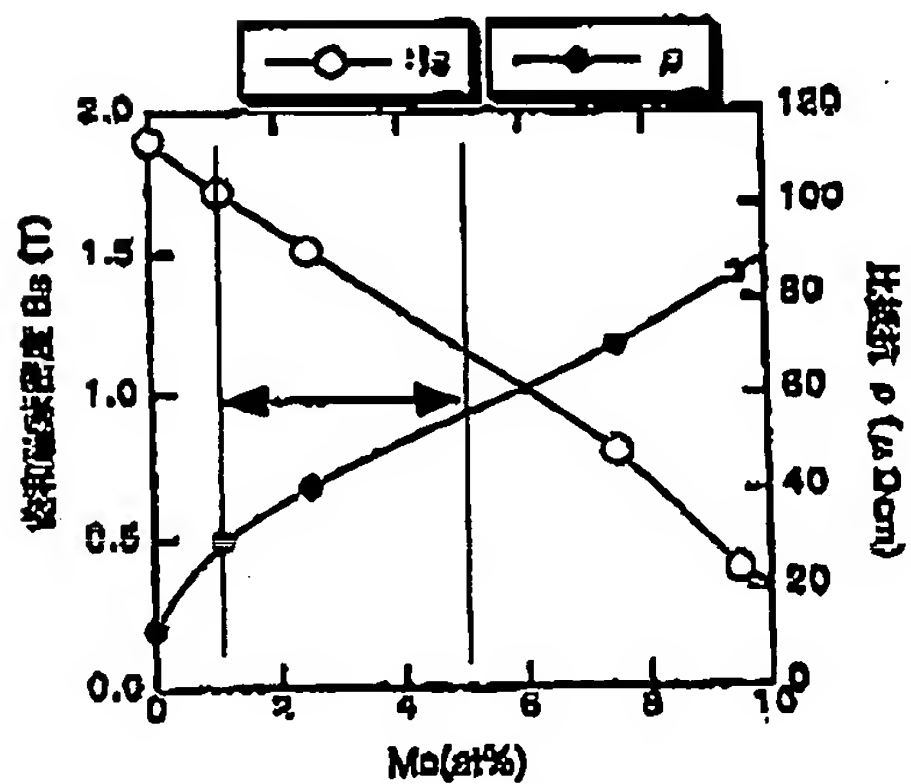


!(6) 000-208355 (P2000-208355A)

【図1】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 宮崎 富仁
大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号
リードライト・エスエムアイ株式会社内

!(7) 000-208355 (P2000-208355A)

Fターム(参考) 5D033 BA03 CA01 DA04
5D093 BD01 BD08 FA12 HA13 JA01
5E049 AA04 AA09 BA12 EB01 LC02
LC06